



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Künter Uku Altnurme

**ÕLIKANEPI (*CANNABIS SATIVA*) 'FINOLA'
AGROTEHNOLOOGIA TE OPTIMEERIMINE**

OPTIMIZATION OF CULTIVATION TECHNOLOGIES FOR
INDUSTRIAL HEMP (*CANNABIS SATIVA*) CULTIVAR FINOLA

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: Eve Runno-Paurson, dotsent

Peeter Lääniste, *MSc*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Künter Uku Altnurme		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Õlikanepi (<i>cannabis sativa</i>) „Finola“ agrotehnoloogia optimeerimine			
Lehekülgi: 39	Jooniseid: 16	Tabeleid: 0	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Taimekasvatuse ja taimebioloogia			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused, B390			
Juhendajad: Peeter Lääniste, Eve Runno-Paurson			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021			
<p>Kanepi saadused leiavad kasutust väga paljudes valdkondades ja kanep vajab seejuures vähe hoolt taimekaitsevahendite ja umbrohutõrje osas. Valet külvis- või väetisenormi kasutades võib aga seemnesaagikus jääda oluliselt alla võimalikule seemnesaagikusele. Eesmärk oligi leida erinevate külvis- ja väetisenormide ning väetiste mõju seemnesaagikusele. Töö oli üles ehitatud kolmes osas. Nendeks olid kirjanduse ülevaade, põldkatse ja tulemuste andmeanalüüs.</p> <p>Parimaks külvisenormiks osutus 20 kg ha⁻¹, mis oli väiksem kui sordiaretaja soovitus. Külvil väetades andsid ammooniumnitraat ja kompleksväetis sarnased tulemused, seemnesaagikus suurenes ühtlaselt väetisekoguseid suurendades. Kasvuajal pealtväetades erinesid ammooniumnitraat ja kompleksväetis rohkem. Ammooniumnitraat andis minimaalse väetisenormi 50 kg N ha⁻¹ juures suuremat seemnesaaki, kuid väetise kogust suurendades oli saagikuse juurdekasv väiksem kui kompleksväetisel. Suurima saagikuse 1,79 t ha⁻¹ andis maksimaalne kompleksväetise norm 150 kg N ha⁻¹.</p> <p>Erinevalt sordiaretaja soovitusest, on võimalik edukalt külvata kanepisorti 'Finola' juba aprilli lõpus. Seemnesaagikusele mõjub pealtväetamine paremini kui külvil väetamine. Võrreldes ammooniumnitraati ja kompleksväetist, suurendab kompleksväetis mitmeid saagistruktuuri elemente, aga ammooniumnitraat mõjutab eelkõige seemnesaaki.</p>			

Märksõnad: Õlikanep, Väetamine, külvisenorm, saagikus, saagistruktuuri elemendid

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Künter Uku Altnurme		Curriculum: Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: Optimization of Cultivation Technologies for Industrial Hemp (<i>cannabis sativa</i>) Cultivar Finola			
Pages: 39	Figures: 16	Tables: 0	Appendixes: 1
Department / Chair: Chair of Crop Science and Plant Biology Field of research and (CERC S) code: Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology, B390 Supervisors: Peeter Lääniste (MSc), Eve Runno-Paurson (Assoc. Prof.) Place and date: Tartu 2021			
Products made from hemp are being used in many areas and hemp does not need much weed control and plant protection products. On the other hand, using the wrong sowing or fertilizer rate may reduce the seed yield. The aim of the study was to find the impact of different sowing and fertilizer rates on the weight of seed yield. Study is conducted in three parts. These are overview of literature, field experiment, and data analysis of the results. Best sowing rate turned out to be 20 kg ha ⁻¹ , which was smaller than the sowing rate recommended by the breeder. Ammonium nitrate and complex fertilizer produced similar results in fertilizing when sown, weight of seed yield rose steadily by rising the fertilizer amounts. Ammonium nitrate and complex fertilizer were more different in fertilizing during vegetation period. Ammonium nitrate produced more seed yield in the minimal rate of 50 kg N ha ⁻¹ , but with bigger amounts of fertilizer, the weight of seed yield was smaller than complex fertilizer had. Biggest weigh of seed yield of 1,79 t ha ⁻¹ was produced by the complex fertilizer with the maximal rate of 150 kg N ha ⁻¹ .			

Unlike recommended by the breeder, hemp 'Finola' can be successfully sown already in the end of April. Fertilizing during vegetation period is better than fertilizing when sown for the seed yield. Comparing ammonium nitrate to complex fertilizer, the complex fertilizer has an impact on many yield elements, but ammonium nitrate has an impact mainly on the seed yield.

Keywords: Industrial hemp, fertilization, sowing rate, yield, yield structure elements

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

B	<i>boron</i> , boor
EFA	<i>essential fatty acid</i> , asendamatu rasvhape
GLA	<i>gamma linoletic acid</i> , gamma-linoleenhape
K	<i>potassium</i> , kaalium
Mg	<i>magnesium</i> , magneesium
N	<i>nitrogen</i> , lämmastik
P	<i>phosphorus</i> , fosfor
PRIA	Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet
S	<i>sulphur</i> , väävel
THC	<i>tetrahydrocannabinol</i> , tetrahüdrokannabinool

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	8
1.1 ÕLIKANEPI TÄHTSUS	8
1.2 KANEPI BOTAANILINE KIRJELDUS	9
1.3 ÕLIKANEPI AGROTEHNIKA	10
1.3.1 <i>Kanepi kasvatusnõuded</i>	<i>10</i>
1.3.2 <i>Külvamine</i>	<i>11</i>
1.3.3 <i>Väetamine.....</i>	<i>12</i>
1.4 KANEPI KAHJUSTAJAD	13
1.5 ÕLIKANEPI 'FINOLA' SORDIKIRJELDUS	14
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	16
2.1 PÕLDKATSE KIRJELDUS	16
2.2 KATSEAASTA METEOROLOOGILISED TINGIMUSED	17
2.3 SAAGISTRUKTUURI ELEMENDID	18
2.4 STATISTILINE ANDMEANALÜÜS.....	18
3. TULEMUSED JA ARUTELU	19
3.1.1 <i>Külvisenormi katse tulemused</i>	<i>19</i>
3.1.2 <i>Külvil väetamise tulemused</i>	<i>23</i>
3.1.3 <i>Pealtväetamise tulemused.....</i>	<i>29</i>
KOKKUVÕTE	34
KASUTATUD KIRJANDUS	36
LISAD.....	38
LISA 1. LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ SALVESTAMISEKS JA ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS NING JUHENDAJA(TE) KINNITUS LÕPUTÖÖ KAITSMISELE LUBAMISE KOHTA	38
LISA 2. KATSESKHEEM	39

SISSEJUHATUS

Õlikanep on Eestis populaarsust koguv kultuur ja selle kasvupind on kasvanud, kuid puudub laiapõhjaline uurimistöö kanepi väetamise kohta Eesti tingimustes. Kanepit kasvatatakse põhiliselt kiu ning õli tootmiseks, kuid kuna põhjapoolsematel laiuskraadidel on taimede kasvuperiood lühike, siis tuleb kultuuri optimaalselt väetada ja külvata. Mõistmaks, kuidas seda teha, on vaja läbi viia põldkatseid, mis võrdlevad saagikuse sõltuvust väetise andmis viisist ja kogusest ning külvisenormist.

Töö eesmärk on seotud eeltoodud probleemide lahendamisega 'Finola' kanepisordi näitel. Esiteks, leida, kuidas on kanepi külvisenorm seotud saagikusega. Teiseks, leida, kuidas mõjutab väetise kogus ning erinev väetis saagikust. Kolmas eesmärk on võrrelda pealt- ja külvilväetamise mõju saagistruktuuri elementidele.

Töö jaotub kolmeks osaks: kirjanduse ülevaade, põldkatse ja tulemuste andmeanalüüs. Kirjanduse ülevaates on vaatluse all õlikanepi tähtsus, kanepi botaaniline kirjeldus, õlikanepi agrotehnika, kanepi kahjustajad ja 'Finola' sordikirjeldus. Õlikanepi agrotehnika all vaatleme eraldi kasvatusnõudeid, külvamist, väetamist.

Sordi 'Finola' põldkatse rajati 2020. aastal Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika katsepõllule 21. aprillil. Katselapi suurus oli 10 m² ning katselappe oli kokku 54. Katse võib jagada kolmeks: külvisenormi katse, pealtväetamise katse ning külvil väetamise katse. Taimekaitse töid ei tehtud, kuna puudus selleks vajadus. Katse koristati kõigil katselappidel 16. september.

Andmeanalüüsis vaadeldakse viit erinevat saagistruktuuri elementi: taime maapealse osa mass, taimede pikkus, varre läbimõõt, 1000 seemne mass ja saagikus. Neid võrreldakse erineva külvisenormi ja erineva väetusviisi lõikes. Ühe väetusviisi all võrreldakse kahte erinevat väetist, kompleksväetist (NPK: 17-4,6-10-S-Mg-B) ja ammooniumnitraati, ning nende erinevaid koguseid.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Õlikanepi tähtsus

Kanep on taim, mida inimkond kasutas erinevatel otstarvetel juba umbes 10 000 aastat tagasi ja hakati Kirde-Aasias kasvatama umbes 6000 aastat tagasi [1]. Käesolevas peatükis kirjeldatakse õlikanepi erinevaid positiivseid omadusi. Tuuakse välja õlikanepi kasutusvaldkonnad, seejärel tuleb juttu õlikanepi tervislikest omadustest ja viimaseks põhjendatakse õlikanepi head mõju keskkonnale.

Kanep on väga mitmekülgse kasutusalaga kultuur. Õitest on võimalik teha eeterlikke õlisid ja ravimeid, kiust saab valmistada paberit ja tekstiili ning biomassi saab kasutada loomadele allapanuks ja ehitusplokkide valmistamiseks [2]. Üheks võimalikuks produktiks on õli, mida omakorda kasutatakse peamiselt kolmes tööstusharus. Üheks tööstusharuks on toiduainetööstus, kuhu kuuluvad salatiõli, margariin, EFA (*essential fatty acid* – asendamatu rasvhape) õli täiendus ja passeerimisõli (toiduainete vähene kuumutamine väheses rasvaines) tootmine. Teiseks tööstusharuks on kosmeetikatööstus koos kehahooldustarvetega, nagu näiteks seebi, šampooni, käte kreemi ja huulepalsami tootmine. Samuti kasutatakse kanepiõli tehnoloogia tööstuses. Selles valdkonnas kasutatakse kanepiõli erinevates toodetes nagu õlivärvid, lahustid, lakid, määrdained, printimistint ja diislikütus. [3]

Erinevalt enamikust kulinaarsetest taimeõlidest nagu rapsi- ja oliiviõli, sisaldab kanepiseemneõli märkimisväärses koguses linoleenhapet (GLA, 18: 3n-6) ja stearidoonhapet (18: 4n-3). GLA tüüpiline kogus ühe päeva toidulisandis on umbes 500mg õli, mis annab umbes 40mg GLA-d. Võrdluseks annab 10 ml kanepiseemneõli umbes 300 mg GLA-d. Gamma-linoleenhappe (GLA) olemasolu võib avaldada tervisele kasulikke mõjusid nagu naha siledusele, artriidiga seotud valude leevendusele ning menstruatsioonieelsete pingete ja valude leevendamisele. Võrreldes teiste kulinaarõlidega on kanepiõlis vähe küllastunud rasvhappeid. Küllastunud rasvhapped suurendavad südame- ja veresoonkonna haiguste teket ning ka suurendavad vere kolesteroolisisaldust. [3]

Kanep on jätkusuutlik, mistõttu ka keskkonnale kasulik kultuur. Kanep kasvatamisel ei kasutata pestitsiide ega herbitsiide. Lisaks on veel kanepil võimas sammasjuur, mis tungib sügavale mulda, ning seega omab head mõju mullale. Kuna tegu on kiirekasvulise taimega, siis seob ta väga

efektiivselt süsinikku, umbes 2,5 t CO₂ ha⁻¹ [4]. Varasemalt on kanepitaimi kasutatud ka toksiliste jäätmete niinimetatud käsnana, et eemaldada keemiliste ainete lekkeid ja isegi tuumaõnnetuste tagajärgi [5]. Kanep ei vaja kasvuperioodil umbrohutõrjet (ei mehhaanilist ega keemilist), mis omakorda vähendab kütuse- ning ka tööjõukulusid. Kanepi lehed, mis on enne saagi koristamist vananenud ja langenud, tagastavad mulda väärtuslikke toitaineid nagu fosforit ja kaaliumit. [3]

1.2 Kanepi botaaniline kirjeldus

Kanepi botaanilist kirjeldust alustakse liigi- ja taimeosade kirjeldusest. Seejärel tuuakse välja isas- ja emastaimede erinevused. Lisaks on vaatluse all külvisenormist tingitud iseärasused ning viimasena käsitletakse metsiku- ja kultuurkanepi seemnete erinevust.

Kanep on taim, mis kuulub soontaimede alamriiki, seemnetaimede ülemhõimkonda, katteseemnetaimede hõimkonda, kaheiduleheliste klassi, nõgeselaadsete ja roosilaadsete seltsi ning kanepiliste sugukonda. Sõltuvalt geneetilisest struktuurist ja keskkonna tingimustest on kanepi taimede kõrgus üsna varieeruv 0,2–5 meetrit. Kanepil on võimas sammasjuur, mistungib sügavale mulda, kompenseerides nii mõningased põuaperioodid. Suurem leht koosneb paaritust arvust väiksematest lehtedest, mille servad on sakilised. Lehed kinnituvad varrele 2–7 sentimeetrise leherootsudega. [6]

Vegetatiivse kasvu staadiumis ei ole isastaimi ja emastaimi välimuse põhjal võimalik eristada. Suguküpsed isas- ja emastaimed on kergesti eristatavad, sest isastaimed on tavaliselt vähem jõulised ja madalama kasvuga. Ka on isastaimed peenemate varte, väiksemate lehtede ja vähema vegetatiivse võrse harunemisega kui emastaimed. Isastaimede õied on ebatäiuslikud, väikesed ja neid on arvukalt. [6]

Taimede tihedus mõjutab oluliselt taime hargnemist. Tihedama taimiku tulemuseks on kõrgema ja peenema varrega ja vähem hargnenud taimed, mis sobivad ideaalselt kiu tootmiseks. Seevastu hõreda tihedusega külv tekitab vähem konkurentsi ja rohkem hargnemist, mis suurendab lehestikku ja seemnesaaki. Toitainete puudus (eriti lämmastik), vähene valgus ja põuatingimused võivad soodustada viletsat kasvu ja kängunud taimi. [6]

Kanepi seemned on munaja kujuga, väikesed (tavaliselt 2–5 mm pikad) ja neid kaitseb õiekate. Kultuurkanepi sortidel on nad tavaliselt pruuni või halli värvi, kuid metsiku kanepi seemneid katab tumedavärviline ja laiguline õiekate. Metsiku kanepi taimede seemned on väiksemad ja kergemad kui kultuurkanepi sortide seemned, olles tavaliselt väiksemad kui 3,8 millimeetrit. Mõnel kultuurkanepi sordil on ühes grammis 15 seemet, samas kui mõnel metsiku kanepi liigi taimel on grammis üle 1000 seemne. [6]

Kanepile on iseloomulik, et taimeosade suurus varieerub oluliselt, mis sõltub erinevatest keskkonna ja geneetilistest faktoritest. Emas- ja isastaimedel on võimalik välise vaatluse põhjal vahet teha alles suguküpsuse saavutades. Tihedalt külviga kanepitaimed on ideaalsed kiu tootmiseks, kuid mitte seemnesaagi saamiseks. Lisaks taimeosade suurusele, on kõrge variatsioon ka metsikute ja kultuurkanepi sortide seemnete vahel.

1.3 Õlikanepi agrotehnika

1.3.1 Kanepi kasvatusnõuded

Lisaks füsioloogilistele nõuetele, tuleb kanepi puhul rääkida ka kanepile kui potentsiaalsele narkootilisele ainele kehtestatud nõuetest. Kanepi erinõuete puhul on oluline roll tetrahüdrokannabinooli (THC) sisaldusel ja suhtlusel Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ametiga (PRIA-ga). Tuleb juttu ka kanepi kasvatusnõuetest.

Kanepit kasvatades tuleks esmalt teha kindlaks, millist liiki seemnega on tegemist, et ei toimuks segamini ajamist järgnevate liikidega nagu *Cannabis indica* ja *C. sativa*. Kanepi liigi *C. indica* puhul on tegemist narkootilise kanepiga, mille tetrahüdrokannabinooli (THC) sisaldus taimes on üle 0,2%. Kanepi liigi *C. sativa* THC protsent on aretuste käigus viidud alla 0,2% ning seda on Eestis lubatud kasvatada. Turustada on lubatud ainult sordilehte võetud seemet ning sellele teostab järelevalvet Põllumajandus- ja Toiduamet. [5]

Kui soovitakse Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ametilt (PRIA-lt) saada kanepivarte töötlemistoetust või ühtset pindalatoetust, siis tuleb omada kirjalikku tõendit kasvatatava sordi sordilehe kohta. Kanepi taimede õitsemise algusest tuleb viivitamatult teavitada PRIA ametnikke,

kuna kanepitaimedelt on vaid piiratud ajal võimalik võtta analüüse THC sisalduse määramiseks. [5]

Kanep kasvab edukalt erinevatel muldadel, kuid tuleks vältida kasvukohti, kuhu koguneb liigvesi. Kõige paremini sobivad kanepi kasvatamiseks kerged või keskmised kõrge orgaanikasisaldusega liivsavi mullad. Rasketel muldadel võib tärkamine venida ning seeläbi võib taimik umbrohtuda ja saak madalaks jääda või isegi ikalduda. Kanepitaimedele sobiva mulla pH peaks jääma vahemikku 6–7,5. Parimateks eelviljadeks on kanepile liblikõielised heintaimed, oder ja kartul. Kanepi eelviljadena tasuks vältida nisu, maisi ja ristõielisi taimi, kuna neid kahjustavad samad haigustekitajad. [5]

Kõige tähtsam nõue tööstusliku kanepi kasvatamisel on, et THC sisaldus peab olema alla 0,2%. PRIA toetuste saamiseks peab seda nõuet järgima ning teavitama kanepi õitsemisest PRIA ametnikke. Kanep ei ole mulla suhtes liigtundlik, kuid kõige paremini sobivad neile kõrge orgaanikasisaldusega liivsavi mullad.

1.3.2 Külvamine

Antud peatükis tuleb juttu kanepi külvitemperatuurist. Samuti käsitletakse erinevaid külvi agrotehnikaid ning sobilikke külvisenorme.

Sordiaretaja soovitusel tuleks sordi 'Finola' seemned külvata siis, kui mulla temperatuur on jõudnud 12 °C- ni, mis on Eesti tingimustes mai lõpus. 2017. aastal Runno-Paursoni jt. (2019) läbiviidud katsest selgub aga, et sorti 'Finola' võib väga edukalt külvata ka varem, näiteks mai alguses [7]. Varajasem külv tagab kindlustunde, et saak valmib õigeaegselt ja seda saab sügisel kombainiga koristada.

Enne külvi tuleks mulda kobestada, et luua sobiv mullastruktuur. Kobestamiseks sobib hästi jäigad või s-kujulised pulkadega äkked, sõrmketasäkked või randaal. Seemned tuleks külvata 1-1,5 cm sügavusele, külvisenormiga umbes 30 kg ha⁻¹ (seda väidet kontrollitakse hiljem läbiviidud katses). Seemned idanevad 24-48 tunniga ning esimesed lehed ilmuvad nähtavale 5-7 päeva jooksul. Mullast vee aurustumise vähendamiseks tuleks peale külvi põldu rullida, sest see parandab ka seemnete ja mulla vahelist kontakti. [5]

Kanepi külvisenorm sõltub kasvatamise otstarbest. Kui eesmärgiks on saada kanepikiudu, siis on külvisenorm suurem, et saada pikad peenikese varrega kanepitaimed. Kui kasvatada kanepit aga seemnesaagiks, tuleks külvisenormi vähendada, et taimedel oleks väiksem konkurents ning nad saaks rohkem hargneda. [6]

Eestis tuleks kanepit külvata võimalikult vara, et saak sügisel kindlasti valmiks. Enne seemnete külvi võiks mulda kobestada ning seeme külvata 1–1,5 cm sügavusele. Kanepit kiu eesmärgil kasvatades peaks külvisenorm olema suurem kui seemneks kasvatades.

1.3.3 Väetamine

Kuna käesolevas lõputöös hinnatakse väetamise normi mõju kanepi seemnesaagikusele, siis tuleb hoolikalt süüvida just väetamise peatükki kanepi agrotehnika all. Järgmisena kirjeldatakse lahti NPK kompleksväetis, mida kasutati antud töö põldkatse läbiviimisel. Uuritakse kirjanduslikke väetusnorme, mida hilisemas töös praktikaga võrreldakse.

Kanepi väetamiseks sobib hästi kompleksväetis (NPK). Lämmastiku puhul on tegu kõige tähtsama komponendiga, sest see element on vajalik lehtede ja varte kasvuks. Fosforit vajab taim seemnete idanemiseks, juurdumiseks ja õiepungade arenguks. Kaalium tugevdab kudesid ja on vajalik seemnete idanemisel. Lisaks pikendab see õitsemist ja muudab taimed vastupidavamaks põua, haiguste ning temperatuuri suhtes. [8]

Kiirekasvuline kanep on suure toiteainetenõudlusega kultuur, mistõttu väetamine avaldab suurt mõju saagile. Kanep reageerib hästi sügisel antud orgaanilisele väetisele, sest tänu tugevale juurestikule suudab taim omastada toitaineid ka mulla sügavamatest kihtidest. Soovituslikud lämmastiku kogused hektarile varieeruvad 50–90 N kg ha⁻¹, sõltuvalt mulla toiteainesisaldusest. [5]

Fosfor ja kaalium väetisi vajab taim generatiivorganite moodustamise alguseks, mistõttu võib neid anda külvijärgselt koos lämmastikväetisega. Seemnete kasvuks ja arenemiseks on vajalik fosfor (P). Väetisena on efektiivne kasutada kompleksväetisi, milles on kanepile vajalikke mikro- ja makroelemente. Liigne väetamine võib kaasa tuua saagi hilisema valmimise. [5]

Lääne-Kanadas läbiviidud uuringus selgus, et lämmastiku väetamise normi suurendamine mõjus positiivselt kanepi biomassi saagikusele, taime kõrgusele ja seemnete saagikusele. Nende uuringu tulemuse järgi on lämmastiku optimaalne väetamise tase 100-150 N kg ha⁻¹. Fosfori (P) kasutamine suurendab taime kõrgust, kuid ei oma märkimisväärset mõju kanepi biomassi ja seemnete saagikusele. Kaaliumiga väetamine ei mõjuta kanepi biomassi saaki ega seemnete saagikust. [9]

Kanepi väetamine avaldab suurt mõju saagikusele ja tähtsaim element on lämmastik. Liigne väetamine toob endaga aga kaasa hilisema valmimise, millega tuleks Eesti tingimustes kindlasti arvestada. Väetamine moodustab neljandiku kõikidest õlikanepi agrotehnilistest töödest ja muudest kuludest [10]. Lääne-Kanadas läbiviidud uuringu tulemustest selgus, et lämmastikuga väetamine avaldab positiivset mõju biomassi ja seemnesaagikuse kujundamisele, kuid kaalium ja fosfor aga ei oma märkimisväärset mõju biomassile ja seemnesaagikusele.

1.4 Kanepi kahjustajad

Eesti tingimustes on kanepil kahjureid ja haigusi vähe (Runno-Paurson jt 2020). Probleeme võib tekitada vihmasel kasvuperioodil hahkhallitus (*Botrytis cinerea*). Hahkhallituse haigustunnusteks on vartel moodustuvad mustjaspruunid laigud, mis on kaetud hallikaspruuni koheva kirmega. Hiljem võivad nendes kohtades välja areneda sklerootsiumid. Eriti kõrge õhuniiskuse korral võivad õisikud kattuda halli kirmega ja mädaneda. Kahjustunud õisikutes seemneid ei arene üldse või jäävad kiduraks. Tugeva saju korral on võimalus ka hahkhallituse arenguks pärast koristust. [5]

Teine oluline kahjustaja on kanepi valgemädanik (*Sclerotinia sclerotiorum*), mis kahjustab samuti varsi ja õisikuid. Haiguse tunnusteks vartel on eri suurusega laigud, nendes kohtades hakkab taimkude mädanema. Õisikutel võib tekkida valge kirme ja moodustuda sklerootsiumid. Harva tuleb ette ka seemnete mädanemist. Valgemädaniku kahjustuse tulemusena varred murduvad, lehed näruvad ja taime ülemine osa vajub longu. [5]

Oluliseks kahjustajaks on ka septorioos (*Septoria cannabis*). Kahjustus tekib tavaliselt lehtedele, harvem ka vartele. Septorioosi tunneb ära lehele tekkinud arvukate ringikujuliste helekollaste või

valgete 3–5 mm läbimõõduga laikudena. Laikude kohale moodustuvad mustjaspruunid pükniidid. Tugeva kahjustuse korral lehed kolletuvad kiiresti ning langevad maha. [5]

Kanepi taimi kahjustavaid putukaid on palju, kuid tõsist majanduslikku kahju suudavad tekitada vaid röövikud, kes õõnestavad kanepi vart. Kõige suuremat kahju tekitavad Euroopa varreleedik (*Ostrinia nubilalis*) ja Euraasia kanepikoi (*Grapholita delinea*). Nende röövikute tegutsemise tulemusena võivad varred murduda ja seetõttu taimeosad närbuda. Kui ühel taimel on 5-12 röövikut, siis võib taim täielikult hävida. Röövikute sisenemisaugud vartes on heaks sissepääsuks seenpatogeenidele ja teistele kahjuritele. Oluliseks kahjustajaks on ka linnud, kes söövad kanepiseemneid. [11]

Kuigi kanepil on looduslikke kahjustajaid vähe, siis mõnele tuleb siiski tähelepanu pöörata. Haigustekitajatest on kõige tähtsamad hahkhallitus, valgemädanik ja septorioos. Kahjurputukatest on kanepitaimedele kõige ohtlikumad Euroopa varreleediku ja Euraasia kanepikoi röövikud. Majanduslikult on üldjuhul kahjulikumad linnud, kes söövad otseselt saaki.

1.5 Õlikanepi 'Finola' sordikirjeldus

Järgnevalt on väljatoodud 'Finola' sordikirjeldus, kuna selle Eestis levinud sordiga viidi läbi põldkatse. Täpsemalt on fookuses sordi 'Finola' saamis ajalugu ja iseäralikud tunnused, mis muudavad selle sordi sobilikuks kasvatamiseks põhjamaisesse Eesti kliimasse.

Sort 'Finola' aretati Venemaal Peterburis Vavilovi uurimisinstituudist pärineva kahe varakult õitseva aretise VIR-313 ja VIR-315 mehaanilisest segust. Seemnete segu külvati katsepõllule Kesk-Soomes 1995. aasta juunis. Taimed koristati käsitsi ja peksti septembri lõpus ning saadud hübriid reprodutseeriti 1996., 1997. ja 1998. aastal. [12]

Soomes aretatud sordi 'Finola' sordiaretuslik eesmärk oli varajane küpsusaeg. Sordi 'Finola' puhul on seemnete valmimise aeg 145 päeva. Eestis on keskmine kanepi seemnesaak 1-1,2 t ha⁻¹. Lõunapoolsetel sortidel võib seemnete valmimisaeg olla kuni 275 päeva [7]. Antud sort on aretatud selliselt, et taim annab vähem kuiva varte massi, samuti ka lehe biomassi ning tänu sellele vajab vähem väetamist. [5]

Enamus sordi 'Finola' kahekojalistest taimedest on emastaimed ning esinevad mõned isastaimed. Õied ilmuvad tavaliselt varre kolmanda ja viienda sõlme vahel. Taimede hargnemine on puudulik või väga nõrk. Kanepi sort 'Finola' füüsilised parameetrid nagu varre paksus, sõlmede vahe, lehtede suurus, seemnete suurus ei kaldu võrreldes teiste kanepisortidega äärmustesse, vaid on pigem keskmised. Leht koosneb viiest kuni seitsmest väiksemast lehest. [12]

Kanepi seemned sisaldavad nelja koostisosa. 'Finola' kanepiseemne õlisisaldus on umbes 30%, proteiinisaldus on umbes 25%, süsivesikusisaldus on umbes 40% ning ülejäänu moodustavad mineraalained. Võrreldes teiste kanepisortidega on 'Finola' seemne proteiini- ja õlisisaldus üks suuremaid, aga süsivesikutesisaldus üks väiksemaid [13].

Sorti 'Finola' hakati kasvatama Soomes, sest see sobis hästi tema lühikese kasvuaja tõttu. Soomes, nagu ka Eestis, on taimede kasvuperiood üpris lühike ja seepärast on tähtis, et seemne saak valmiks võimalikult kiiresti. Paljude teiste kanepisortide seemned Eesti kliimas ei valmiksi.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Põldkatse kirjeldus

Katse viidi läbi 2020. aastal Eestis Tartumaal Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika katsepõllul. Külviajaks oli 21. aprill, tärkamise aeg oli 6. mai ning saak koristati 16. septembril. Eesmärk oli võrrelda saagikuse sõltuvust erinevatest külvisenormidest ja väetamisest. Selleks rajati 18 erinevat katsevarianti, mis tulemuste objektiivsuse eesmärgil olid kolmes korduses. Kokku oli katses 54 katselappi. Katsepõld jagunes külvisenormi, kasvuajal pealtväetamise ja külvil väetamise katseteks ning kontroll-katsevariandiks.

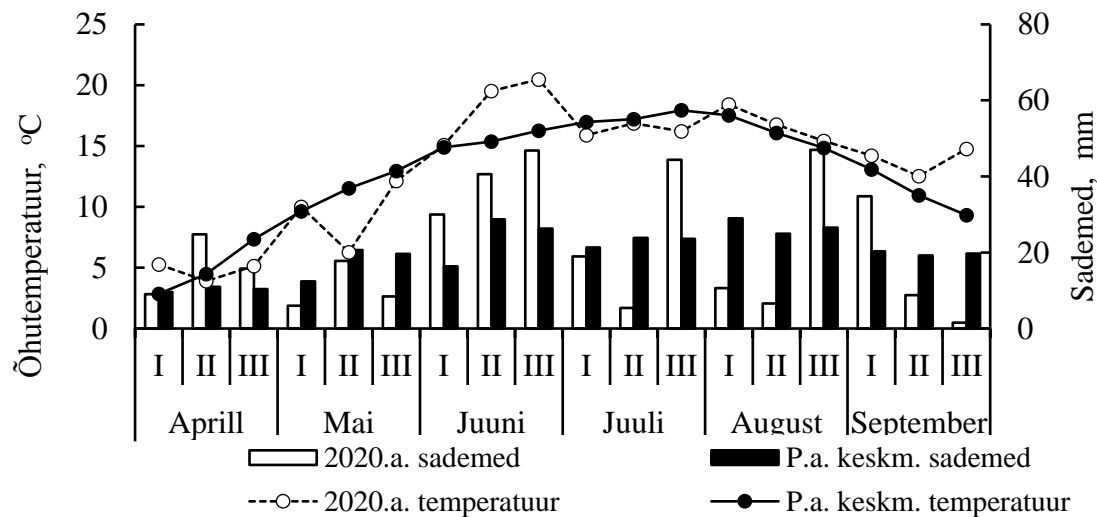
Külvisenormi katses katsetati sama väetamise juures kolme erinevat külvisenormi varianti. Lähtudes teoreetilistest materjalidest, oli üheks sordiaretaja poolt soovitatud külvisenormiks 30 kg ha^{-1} . Teise kahe katsepõllu külvisenormid olid kümne kg võrra suurem (40 kg ha^{-1}) või väiksem (20 kg ha^{-1}). Kõiki katsevariante väetati kompleksväetisega NPK 17-4,6-10-S-Mg-B väetusnormiga $\text{N } 100 \text{ kg ha}^{-1}$.

Kasvuaegse pealtväetamise katse jagunes omakorda kaheks: ammooniumnitraadiga ja kompleksväetisega väetatud katsevariantideks. Mõlemal juhul oli kolm erinevat väetusnormi: 50 kg N ha^{-1} , 100 kg N ha^{-1} ja 150 kg N ha^{-1} . Kompleksväetisena kasutati NPK väetist, kus lämmastiku, fosfori ja kaaliumi sisaldus vastas osakaaludele 17, 4,6 ning 10. Neile oli lisatud väävlit, magneesiumit ja boori (NPK: 17-4,6-10-S-Mg-B). Teiseks väetiseks oli ammooniumnitraat, mis sisaldab 33% lämmastikku. Kasvuaegne pealtväetamine toimus 4. juunil, 21. juunil ja 9. juulil. Väetuskatses oli kanepi külvisenormiks 30 kg ha^{-1} .

Külvil väetamise katse jagunes samuti kaheks: ammooniumnitraadiga (N33) ja kompleksväetisega (17-4,6-10-S-Mg-B) väetatud katsevariantideks. Mõlemal juhul oli neli erinevat väetusnormi: 20 kg N ha^{-1} , 40 kg N ha^{-1} , 60 kg N ha^{-1} , 80 kg N ha^{-1} . Kõik külvil väetatud katsevariandid said vastava koguse väetist 21. aprillil. Nagu pealtväetatud variantidel, oli ka neil külvisenormiks – 30 kg ha^{-1} . Kontroll-katsevarianti ei väetatud ning külvisenormiks oli samuti 30 kg ha^{-1} .

2.2 Katseaasta meteoroloogilised tingimused

Kanepi kasvatamisel on olulisteks ilmastikutingimuste näitajateks temperatuur ja sademete hulk. Õlikanepi optimaalne kasvutemperatuur on 20–25°C, Eestis on üldjuhul suvine temperatuur madalam [7]. Kui võrrelda katseaasta (2020) temperatuuri Eesti keskmisega, siis on suurimad erinevused mai ja juuni temperatuurides (joonis 1). Maikuu teise dekaadi temperatuur oli umbes viis kraadi jahedam kui keskmiselt ja juunikuu teise ja kolmanda dekaadi temperatuur oli umbes viis kraadi soojem kui keskmiselt. Peatükis 1.3.2 on ümber lükatud väide, et kanepi külvamisega peaks ootama kuni mulla temperatuur on jõudnud 12 kraadini. Käesolevas põldkatses külvati aprilli kolmandas dekaadis, kus õhu temperatuur oli 5°C, mis on kaks kraadi jahedam võrreldes paljude aastate keskmisega.



Joonis 1. Keskmine õhutemperatuur (°C) ja sademete hulk (mm) dekaadide lõikes Eerikal 2020 a. vegetatsiooniperioodi vältel võrrelduna paljude aastate 1969–2020 keskmisega. Tulbad tähistavad sademete hulka ja graafiline joon õhutemperatuuri.

Kanepile optimaalne sademete hulk kogu kasvuaja peale on 500–700 mm [14]. Eesti tingimustes jääb sademete hulk üldjuhul sellest tasemest oluliselt madalamaks, umbes 350 mm juurde. Ka katseaasta kasvuperioodi jooksul oli sademete hulk umbes 350 mm. Kanepi vegetatiivperioodil

(esimesel kuuel nädalal) on optimaalseks sademete hulgaks 250–350 mm [14]. Ka selle perioodi sademete hulk jääb Eesti tingimustes oluliselt väiksemaks (keskmiselt umbes 125 mm). Põldkatse vegetatsiooniperioodil olid tingimused tingimused paremad kui Eestis keskmiselt, sademete hulk oli umbes 150 mm.

2.3 Saagistruktuuri elemendid

Katsetest võeti igalt katselapilt enne saagikoristust vihuproovid. Need koguti meetri pikkuselt lõigult ning kuna vaovahe oli 12,5 cm, siis ühe vihu näol oli tegu 0,125-lt m² kogutud prooviga. Peale proovide kogumist viidi proovid laborisse, kus nad kuivatati. Seejärel mõõdeti vihuproovide saagistruktuuri elemente.

Katses uuritakse saagi ja saagistruktuuri elementide omavahelist seost, mida mõjutatakse külvisenormi, väetamise tehnoloogia, väetiste ja väetiste normidega.

Esimene vaadeldav saagistruktuuri element on ühel ruutmeetril kasvavate taimede maapealse osa mass. Biomass on taimne materjal, mis on saadud fotosünteesi teel, kus reageerivad õhus sisalduv süsinikdioksiid, vesi ja päikesevalgus, et toota süsivesikuid, mis moodustavad biomassi peamised komponendid [15]. Teine vaadeldav saagistruktuuri element on taimede pikkus, mida mõõdeti terve maapealse osa ulatuses. Järgmine vaadeldav saagistruktuuri element on varre läbimõõt, mida mõõdeti taime pikkuse keskpunktist. Neljandaks saagistruktuuri elemendiks on 1000 seemne mass ja viimaseks saagistruktuuri elemendiks on seemnesaak t ha⁻¹.

2.4 Statistiline andmeanalüüs

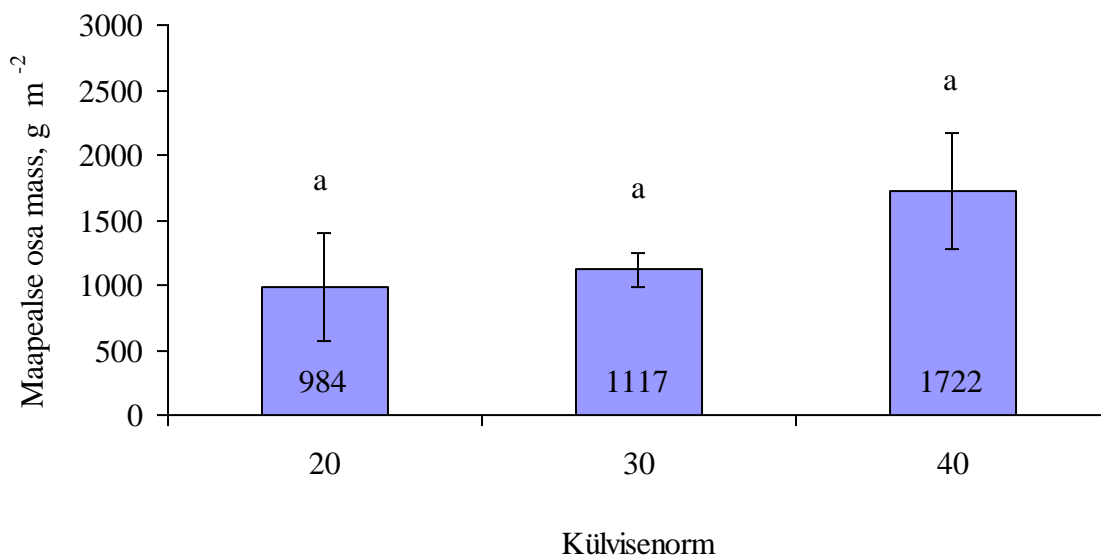
Kogutud andmete statistiline analüüs teostati programmis Statistica 13 (Quest Software Inc). Kanepi külvisenormi, väetamise tehnoloogia, väetiste ja väetiste normide mõju õlikanepi seemne saagikusele ja saagistruktuuri elementidele leiti ühefaktorilise ANOVA abil, variantide võrdluses kasutati Fisher's LSD post-hoc testi ($p = 0,05$)

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1.1 Külvisenormi katse tulemused

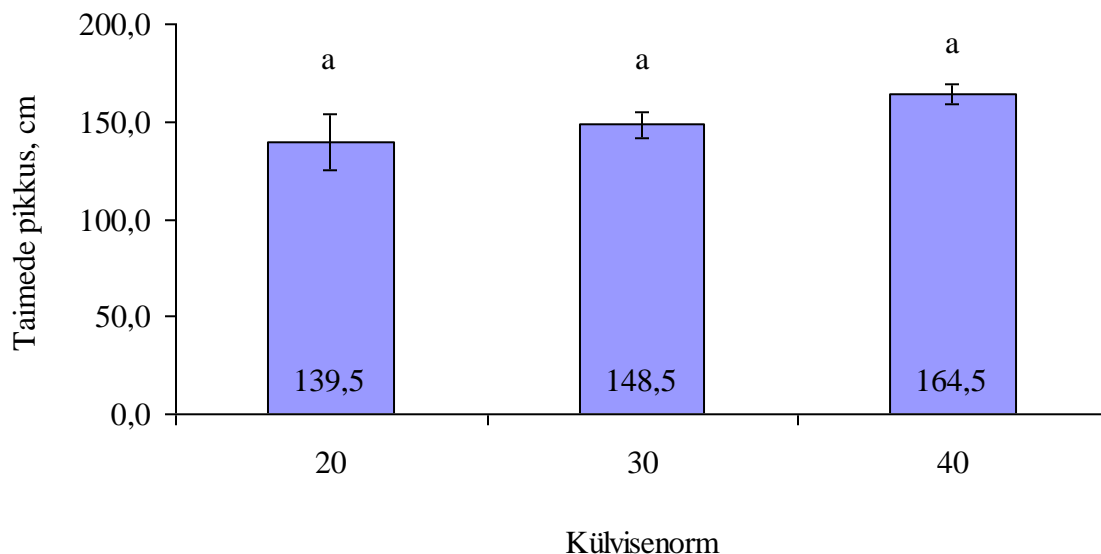
Järgnevalt on välja toodud külvisenormide mõju õlikanepi saagile ja saagistruktuuri elementidele. Andmed on esitatud graafikutena ning neile järgnevad tulemuste kirjeldus. Peatükis on viis joonist iga erineva saagistruktuuri elemendi kohta.

Jooniselt 2 järeldub, et erinevate külvisenormidega katselappidel puudub statistiliselt oluline erinevus maapealse osa massis ($p = 0,36$). Samas on näha, et mida suuremaks läheb külvisenorm, seda suuremaks läheb ka maapealse osa mass. Külvisenormil 40 kg ha^{-1} on maapealse osa mass suurim (1722 grammi ruutmeetri kohta) ja kõige väiksem maapealse osa mass (984 g m^2) on külvisenormil 20 kg ha^{-1} (joonis 2).



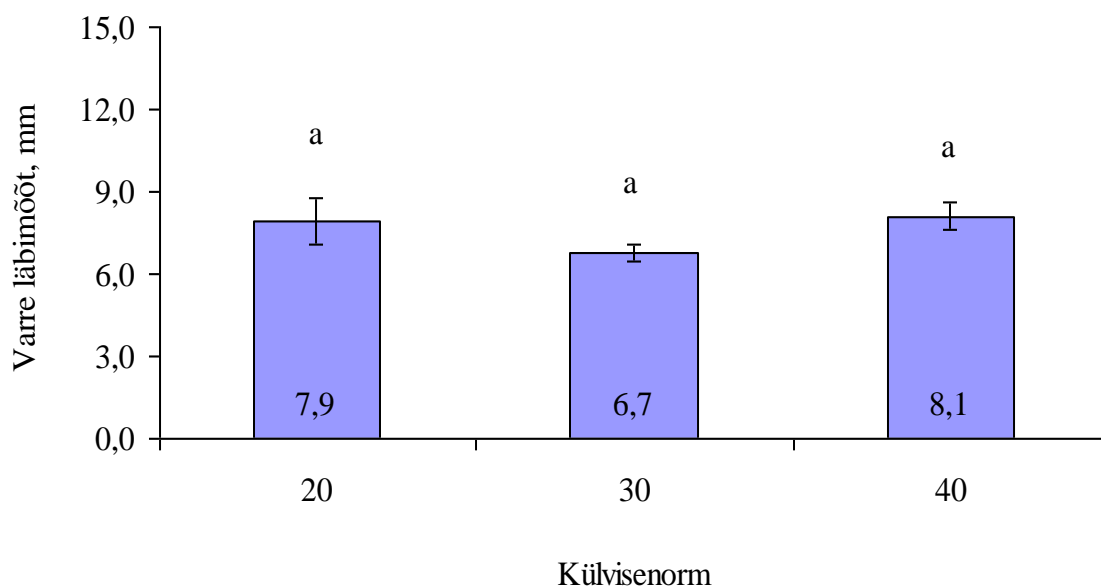
Joonis 2. Külvisenormi mõju õlikanepi maapealse osa massile, g m^{-2} . Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Erinevate külvisenormidega katselappidel puudub statistiliselt oluline erinevus taimede pikkuses ($p = 0,25$) (joonis 3). Külvisenormi suurendades suureneb ka taimede pikkus (joonis 3). Kirjandusülevaatest tuli välja, et mida suurem on külvisenorm, seda suurem on taimede vaheline konkurents ning nad hakkavad pikkusesse kasvama ja see tuleb ka antud katsest tulemustest välja [6]. Kõige pikemad taimed, keskmiselt 164,5 cm, kasvasid katselappidel, kus külvisenorm oli 40 kg ha⁻¹ (joonis 3). Kõige lühemad taimed, keskmiselt 139,5 cm, kasvasid katselappidel, kus külvisenorm oli 20 kg ha⁻¹ (joonis 3).



Joonis 3. Külvisenormi mõju õlikanepi taimede pikkusele. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

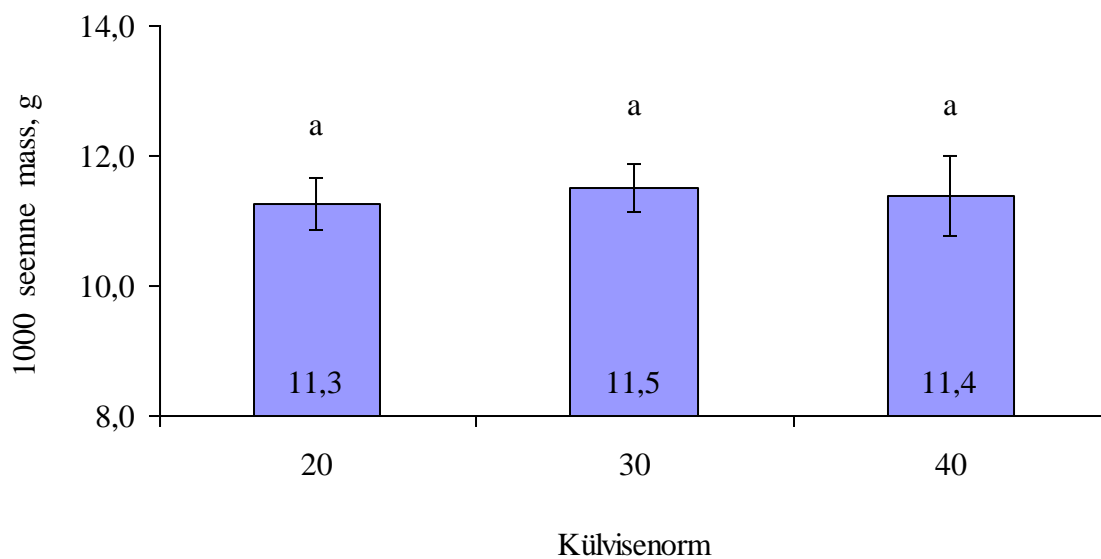
Erinevad külvisenormid ei avalda statistiliselt usutavat mõju varre läbimõõdule ($p = 0,29$) (joonis 4). Suurima keskmise läbimõõduga varred on kõige suurema külvisenormiga katselappidel (joonis 4). Samas kõige väiksema keskmise läbimõõduga varred on katselappidelt, kus külvisenormiks on 30 kg ha⁻¹. Keskmise varre läbimõõt varieerus 6,7 millimeetrist 8,1 millimeetrini (joonis 4).



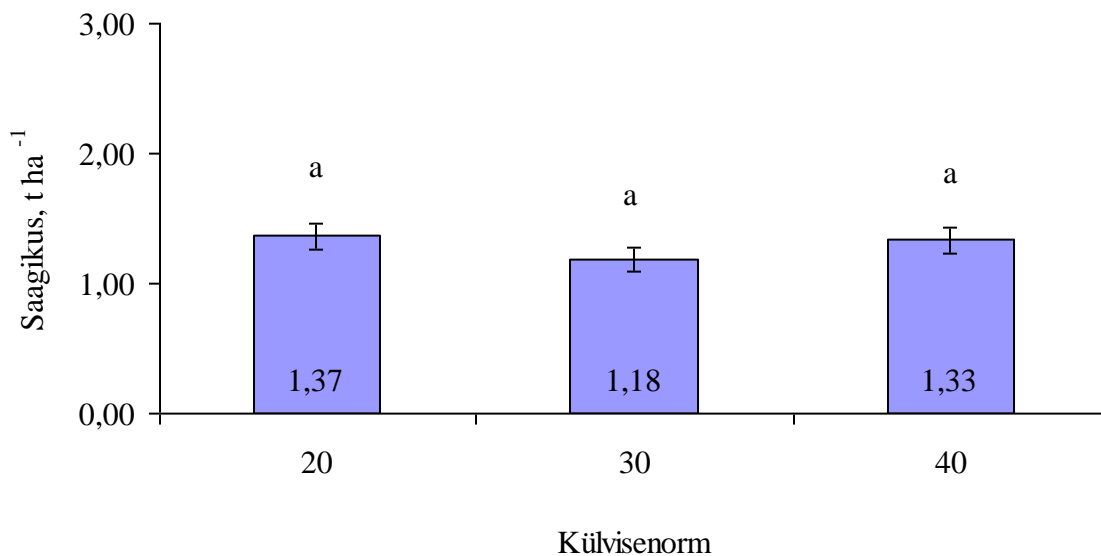
Joonis 4. Külvisenormi mõju õlikanepi varre läbimõõdule. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Erinevad külvisenormid ei avalda statistiliselt usutavaid erinevusi 1000 seemne massile ($p = 0,94$) (joonis 5). 1000 seemne massi varieeruvus erinevate külvisenormide juures oli väike, varieerudes 11,3 grammist 11,5 grammini (joonis 5). Suurima massiga seemned saadi külvisenormiga 30 kg ha⁻¹ ning kõige väiksema massiga seemned saadi külvisenormiga 20 kg ha⁻¹ (joonis 5).

Kui eesmärgiks on toota kanepiõli, siis oluline näitaja on saagikus. Tulemustest selgus, et erinevad külvisenormid ei avalda statistiliselt usutavat mõju saagikusele ($p = 0,42$) (joonis 6). Kõige väiksema külvisenormiga (20 kg ha⁻¹) katselapilt saadi suurim saak, 1,37 t ha⁻¹ (joonis 6). Suuruselt teine saak saadi katselapilt, kus külvisenorm oli 40 kg ha⁻¹ (1,33 t ha⁻¹) ning kõige väiksem katselapilt külvisenormiga 30 kg ha⁻¹ (1,18 t ha⁻¹) (joonis 6).



Joonis 5. Külvisenormi mõju õlikanepi 1000 seemne massile. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.



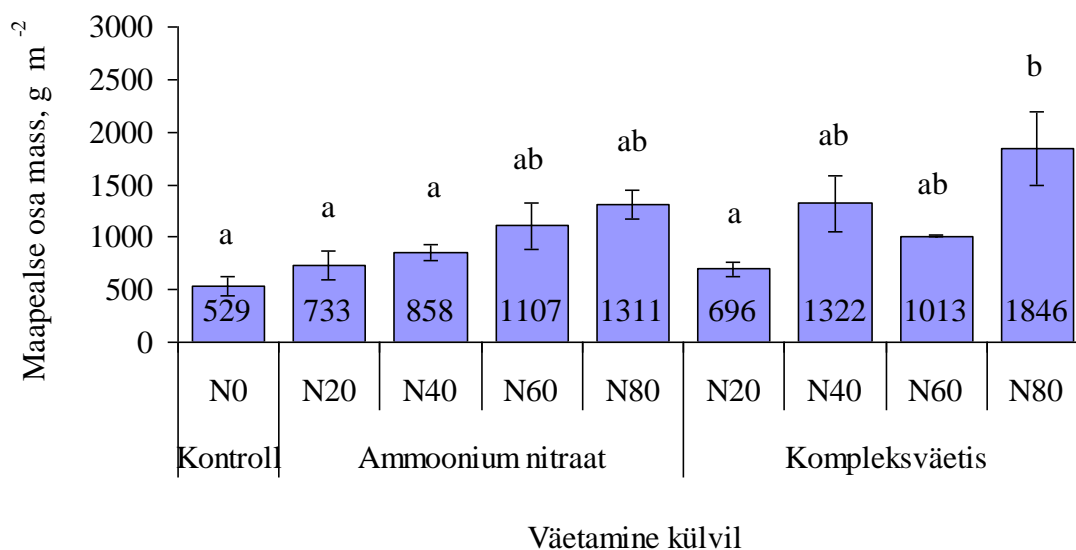
Joonis 6. Külvisenormi mõju õlikanepi saagikusele. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Erinev külvisenorm ei tinginud statistiliselt olulist erinevust ühegi saagistruktuuri elemendi suhtes. Suurim erinevus esines taimede pikkuses ja maapealse osa massis. Suurem külvisenorm tekitas taimedevahelise konkurentsi ning seetõttu kasvasid taimed pikkusesse. Suurem maapealse osa mass on seotud suurema taimede arvuga. Märkimist väärib asjaolu, et erinevad külvisenormid ei avaldanud statistiliselt usutavat mõju kanepi saagikusele ja veel enam, et kõige kõrgem saagikus oli kõige väiksema külvisenormiga (20 kg ha^{-1}) katsevariandi lappidel.

3.1.2 Külvil väetamise tulemused

Järgnevalt on välja toodud külvil väetamise mõju õlikanepi saagile ja saagistruktuuri elementidele. Andmed on esitatud joonistena ning neile järgnevad tulemuste kirjeldus. Peatükis on viis joonist iga erineva saagistruktuuri elemendi kohta.

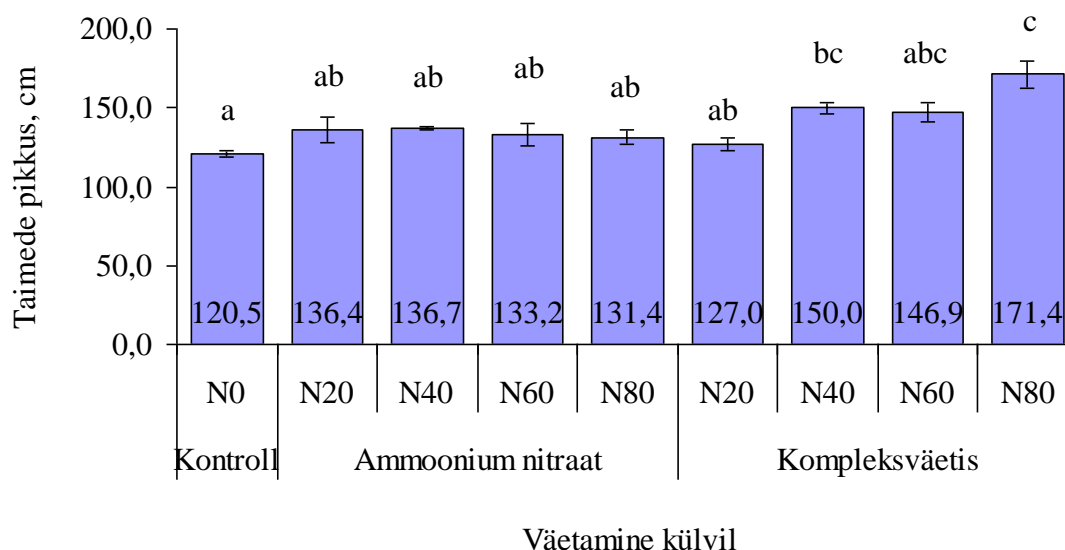
Tulemustest selgus, et külvil väetamise normi suurendades, tekib statistiliselt oluline suurenemine maapealse osa massis ($p < 0,01$) (joonis 7). Ammooniumnitraadiga väetades tekib statistiliselt usutav tõus maapealse osa massis siis, kui lämmastiku kogus on 60 kg ha^{-1} või rohkem (võrreldes kontrollvariandiga N0). Kompleksväetist kasutades tekib statistiline oluline tõus maapealse osa massis varem, alates lämmastiku kogusest 40 kg ha^{-1} (võrreldes kontrollvariandiga N0). Maapealse osa massi suurenemisele aitas rohkem kaasa kompleksväetise kasutamine ning suurima maapealse osa mass (1846 g m^{-2}) saadi, kui kompleksväetise lämmastiku kogus oli 80 kg ha^{-1} , mis omas statistiliselt olulist erinevust kõikide teiste katselappide suhtes (joonis 7).



Joonis 7. Külvil väetamise mõju õlikanepi maapealse osa massile, g m⁻². Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

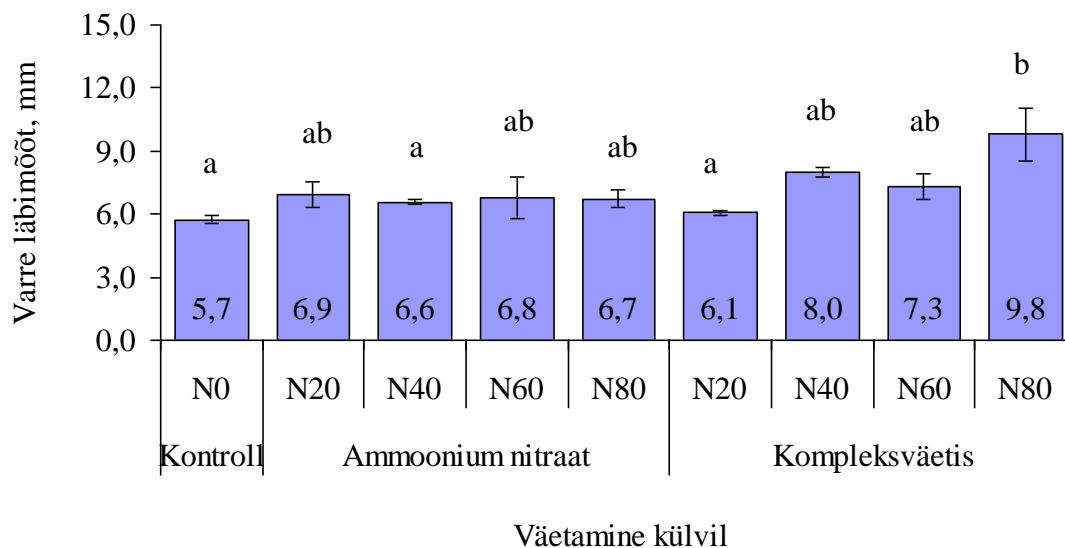
Võrreldes kontrollvariandi katselapiga (N0) on taime pikkusele statistiliselt usutav erinevus kõikidel väetatud katselappidel ($p < 0,001$) (joonis 8). Ammooniumnitraadiga väetades ei esine statistiliselt olulist erinevust taime pikkusele erinevate lämmastiku normide juures. See tähendab, et suurem lämmastiku kogus ei suurenda taime pikkust.

Kompleksväetise lämmastiku norm on rohkem seotud taime pikkusega. Kõik erinevad lämmastiku normid omavad statistiliselt olulist erinevust üksteise vahel (joonis 8). Kõige pikemad taimed, keskmiselt 171,4 cm, olles statistiliselt oluliselt pikemad kõigist teistest taimedest, pärinevad katsevariandi lapilt, kus lämmastiku norm oli 80 kg ha⁻¹ ning väetiseks oli kompleksväetis (joonis 8). Kõige lühemad taimed, keskmiselt 127 cm, saadi katselapilt, kus kasutati samuti kompleksväetist ning lämmastiku norm oli 20 kg ha⁻¹ (jättes võrdlusest välja kontrollkatselapi).



Joonis 8. Külvil väetamise mõju õlikanepi taimede pikkusele, cm. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standarddviaga.

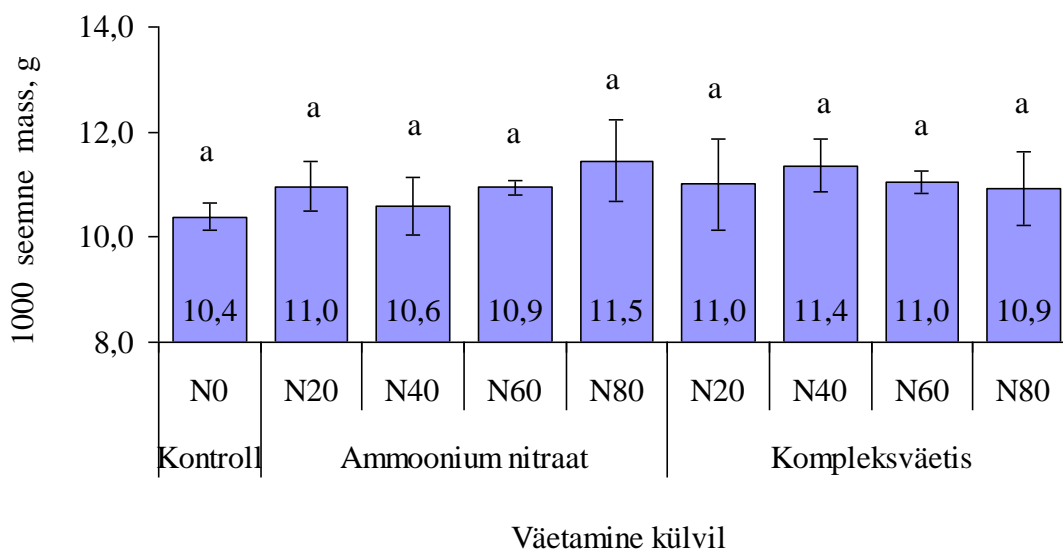
Ammooniumnitraadiga külvil väetades toimub statistiliselt oluline varre läbimõõdu suurenemine ($p = 0,01$) (joonis 9). Suurima varre läbimõõdu ammooniumnitraadiga väetades andis kõige väiksem lämmastiku norm N20. Kompleksväetisega väetades tekib statistiliselt oluline suurenemine varre läbimõõdus alates lämmastiku kogusest 40 kg ha^{-1} . Väetatud katselappidel oli kõige väiksem varre läbimõõt ($6,1 \text{ mm}$) kompleksväetisega väetatud lämmastiku normiga 20 kg ha^{-1} ja kõige suurem oli varre läbimõõt ($9,8 \text{ mm}$) samuti kompleksväetisega väetatud katselapil lämmastiku normiga 80 kg ha^{-1} (joonis 9).



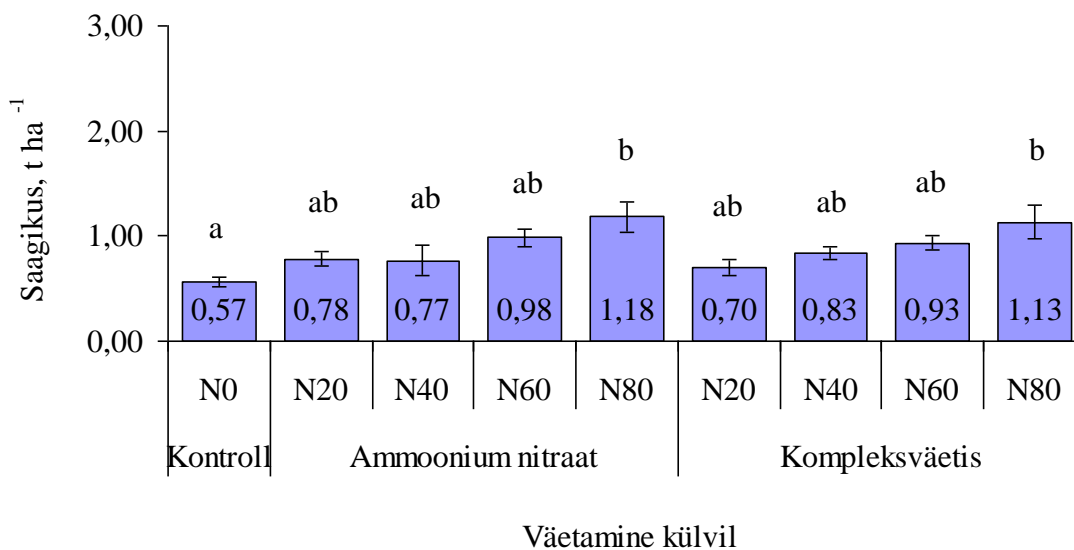
Joonis 9. Külvil väetamise mõju õlikanepi varre läbimõõdule, mm. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standarddiga.

Erinevatel külvil väetatud katsevariantidel puudub statistiliselt usutav erinevus 1000 seemne massile ($p = 0,93$) (joonis 10). 1000 seemne massi varieeruvus erinevate lämmastiku normidega katselappidel oli väike (10,6 – 11,5 grammi) kontrollvariandil oli tulemus 10,4 grammi (joonis 10). Suurima massiga seemned saadi ammooniumnitraadiga väetatud katselapilt lämmastiku normiga 80 kg ha⁻¹ ning kõige väiksema massiga seemned saadi ammooniumnitraadiiga väetatud katselapilt, kus lämmastiku normiks oli 40 kg ha⁻¹ (joonis 10).

Ammooniumnitraadiga kui ka kompleksväetisega külvil väetamine suurendab statistiliselt oluliselt seemnesaagikust ($p = 0,01$) (joonis 11). Lisaks toimub statistiliselt oluline saagikuse suurenemine suurima lämmastiku normiga (80 kg ha⁻¹) väetades. Ammooniumnitraati kasutades väetisenormidega 20, 40, 60, 80 kg N ha⁻¹ on vastav saagikus 0,78 t, 0,77 t, 0,98 t ja 1,18 t ha⁻¹ (joonis 11). Kompleksväetist samade lämmastikunorme kasutades on saagikus 0,70 t, 0,83 t, 0,93 t ja 1,13 t ha⁻¹. Kontrollvariandil jäi seemnesaak oluliselt madalamaks 0,57 t ha⁻¹.



Joonis 10. Külvil väetamise mõju õlikanepi 1000 seemne massile, g. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.



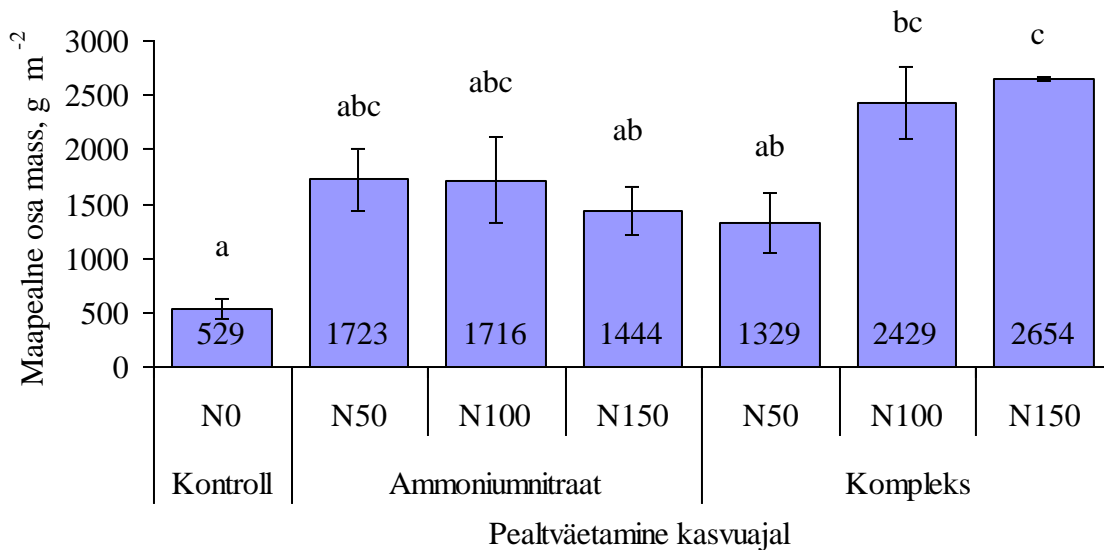
Joonis 11. Külvil väetamise mõju õlikanepi saagikusele, t ha⁻¹. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Külvil väetamine mõjub seemnesaagikusele positiivselt. Statistiliselt usutav erinevus tekib võrreldes kontrollvariandiga, mille saagikus oli $0,57 \text{ t ha}^{-1}$, juba minimaalse väetise koguse juures (20 kg N ha^{-1}) nii ammooniumnitraat kui ka kompleksväetisega väetades. Seemnesaagikusele mõjusid mõlemad väetised iga väetisnormi juures sarnaselt. Suurendades väetisenormi, suurenes ka saagikus, kuid statistiliselt oluline erinevus tekkis alles maksimaalse väetise koguse juures 80 kg N ha^{-1} , ammooniumnitraadi puhul $1,18 \text{ t ha}^{-1}$ ja kompleksväetise puhul $1,13 \text{ t ha}^{-1}$. Kompleksväetise normi suurendades, suurenes taimede maapealse osa mass, taimede pikkus ja varre läbimõõt, kuid ammooniumnitraadi puhul väetisenormi suurendades suurenes vaid taimede maapealse osa mass. See tähendab, et ammooniumnitraat on rohkem orienteeritud seemnesaagi suurendamisele.

3.1.3 Pealtväetamise tulemused

Järgnevalt on välja toodud pealtväetamise mõju õlikanepi saagikusele ja saagistruktuuri elementidele. Andmed on esitatud joonisena ning neile järgnevad tulemuste kirjeldus. Peatükis on viis joonist iga erineva saagistruktuuri elemendi kohta.

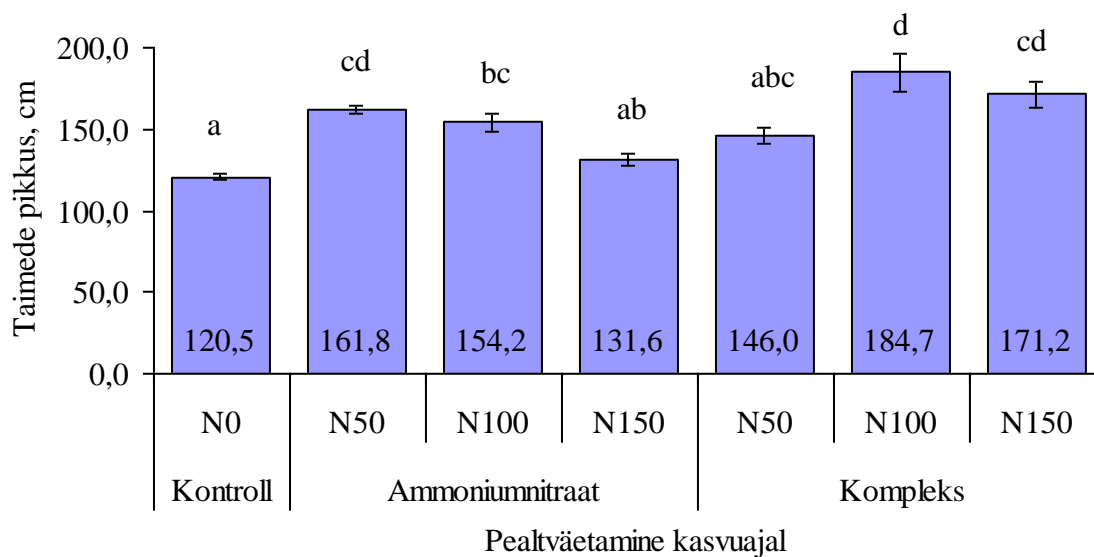
Pealtväetamine kasvuajal suurendab statistiliselt usutavalt taimede maaapealse osa massi ($p < 0,001$) (joonis 12). Kuigi ammooniumnitraadiga väetamine suurendab taimede maaapealse osa massi kõigi koguste juures, siis väetisenormi suurendamine üle 50 kg N ha^{-1} hakkab maaapealse osa mass vähenema, kuigi see ei ole sataistiliselt oluline erinevus ($p < 0,001$) (joonis 12). Kompleksväetise väetisenormide suurendamine suurendab statistiliselt oluliselt taimede maaapealse osa massi. Kõige suurema maaapealse osa massi (2654 g m^{-2}) andis katsevariant, kus väetati kompleksväetisega ning väetisenorm oli 150 kg N ha^{-1} (joonis 12). Kontrollvariandi katselapi tulemus oli katse kõige väiksem (529 g m^{-2}) (joonis 12).



Joonis 12. Kasvuajal pealtväetamise mõju õlikanepi maaapealse osa massile, g m^{-2} . Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Pealtväetamine kasvuajal suurendab statistiliselt oluliselt taimede pikkust ($p < 0,001$) (joonis 13). Kuigi ammooniumnitraadiga väetamine suurendab taimede pikkust kõigi koguste juures, siis

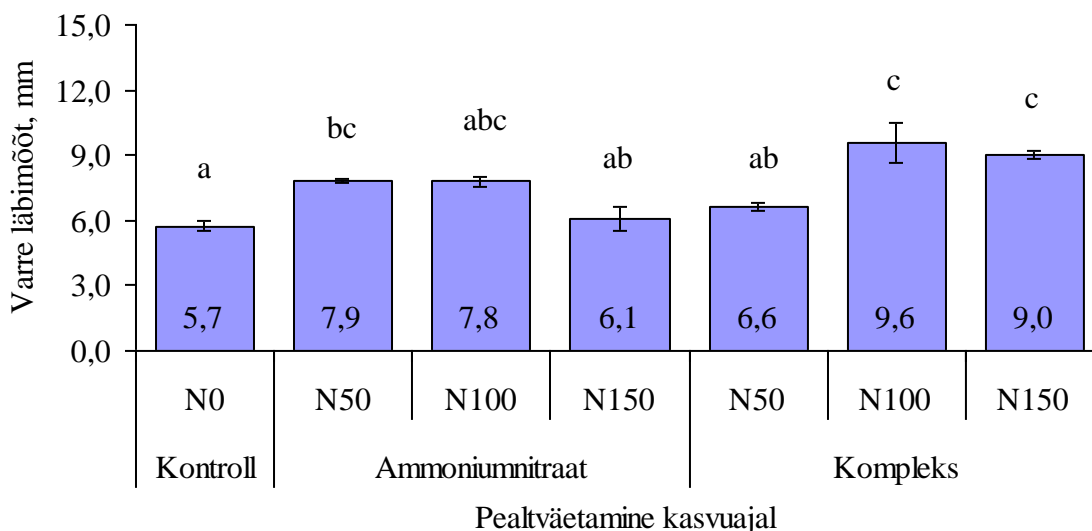
väetisenormi suurendamine üle 50 kg N ha⁻¹ hakkab taimede pikkus vähenema (joonis 13). Kompleksväetise väetisenormide suurendamine kuni 100 kg N ha⁻¹ suurendab statistiliselt oluliselt taimede pikkust, kuid peale seda hakkab taimede pikkus vähenema (joonis 13). Kõige pikemad taimed (184,7 cm) saadi katsevariandilt, kus kompleksväetise väetisenorm on 100 kg N ha⁻¹ ja kõige lühemad taimed (131,6 cm) on saadud katsevariandi lappidelt, kus ammooniumnitraadi väetisenorm on 150 kg N ha⁻¹ (joonis 13). Kontrollvariandi katselappide taimede keskmine pikkus jäi katse madalaimaks (120,5 cm) (joonis 13).



Joonis 13. Kasvuajal pealtväetamise mõju taimede pikkusele, cm. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

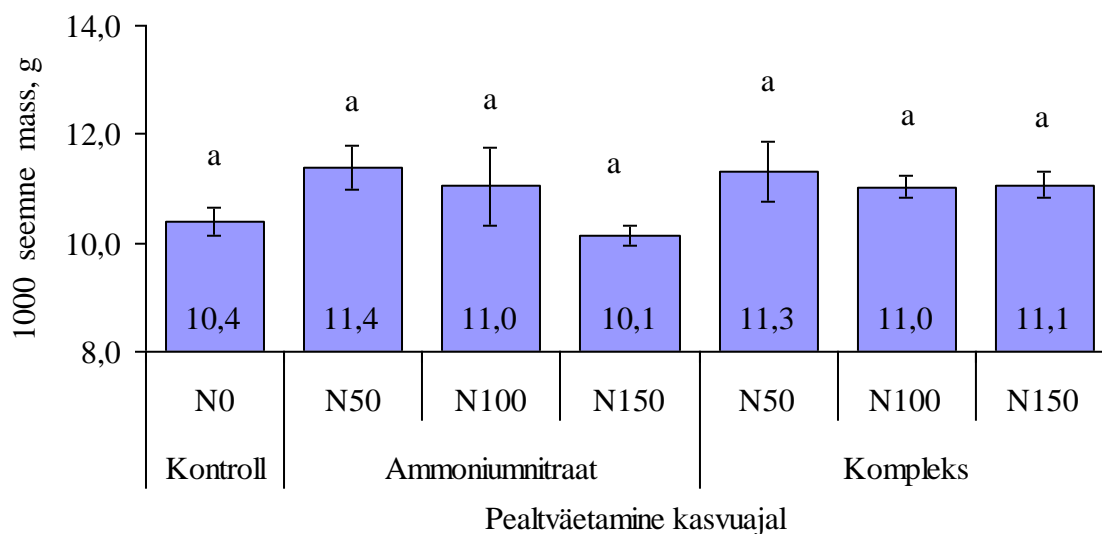
Pealtväetamine kasvuajal suurendab statistiliselt oluliselt taimede varre läbimõõtu ($p < 0,01$) (joonis 14). Kuigi ammooniumnitraadiga väetamine suurendab taimede varre läbimõõtu kõigi koguste juures, siis väetisenormi suurendamine üle 50 kg N ha⁻¹ hakkab varre läbimõõtu vähenema (joonis 14). Kompleksväetise väetisenormide suurendamine kuni 100 kg N ha⁻¹ suurendab statistiliselt oluliselt taimede pikkust, kuid peale seda enam varre läbimõõtu ei suurene. Kõige suurema varre läbimõõduga taimed (9,6 mm) saadi katsevariandilt, kus kompleksväetise

väetisenorm on 100 kg N ha⁻¹ ja kõige väiksema varre läbimõõduga taimed (6,1 mm) on saadud katsevariandilt, kus ammooniumnitraadi väetisenorm on 150 kg N ha⁻¹. Kontrollvariandi katselappide taimede keskmine varre läbimõõt jäi katse madalaimaks on 5,7 mm (joonis 14).



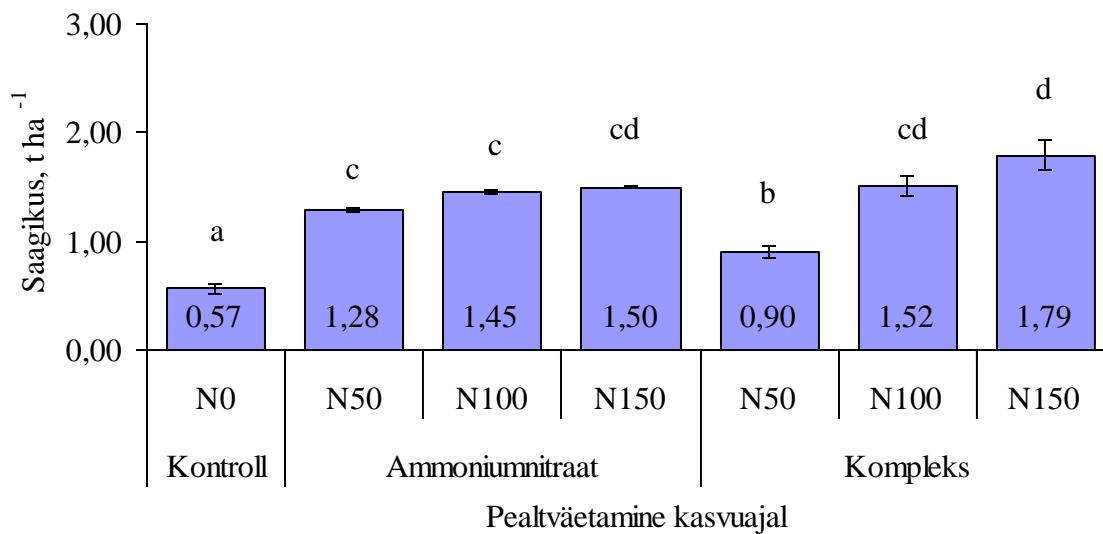
Joonis 14. Kasvuajal pealtväetamise mõju varre läbimõõdule, mm. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Erinevatel kasvuajal pealtväetatud katselappidel puudub statistiliselt usutav erinevus 1000 seemne massile ($p = 0,32$) (joonis 15). 1000 seemne massi varieeruvus erinevate lämmastiku normidega katselappidel oli väike (10,1–11,4 grammi) kontrollvariandi katselappidel oli tulemus 10,4 grammi (joonis 15). Suurima massiga seemned saadi ammooniumnitraadiga pealtväetatud katselapilt lämmastiku normiga 50 kg ha⁻¹ ning kõige väiksema massiga seemned saadi ammooniumnitraadiga pealtväetatud katselapilt, kus lämmastiku norm oli 150 kg ha⁻¹ (joonis 15).



Joonis 15. Kasvuajal pealtväetamise kasvuajal mõju 1000 seemne massile, g. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Ammooniumnitraadiga kui ka kompleksväetisega pealtväetamine kasvuajal suurendab statistiliselt oluliselt seemnesaagikust ($p < 0,001$) (joonis 16). Usutavalt suurima saagikusega on katsevariant, kus kompleksväetisega väetades on lämmastiku norm 150 kg ha^{-1} . Ammooniumnitraati kasutades väetisenormidega 50, 100 ja 150 kg N ha^{-1} on vastav saagikus 1,28 t, 1,45 t ja 150 t ha^{-1} (joonis 16). Kompleksväetist samade lämmastik-väetisenormidega kasutades on saagikus oluliselt varieeruvam ($0,9 \text{ t} - 1,79 \text{ t ha}^{-1}$). Kontrollvariandi seemnesaak oli katse madalaim ($0,57 \text{ t ha}^{-1}$) (joonis 16).



Joonis 16. Kasvuajal pealtväetamise mõju seemnesaagikusele, t ha⁻¹. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide ja liikide vahel (Turkey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Kasvuajal ammooniumnitraadiga pealtväetamise väetisenorme suurendades, vähendab taimede maapealse osa mass, taimede keskmine pikkus ja varre keskmine läbimõõt, kuid võrreldes kontrollvariandi katsetaimedega on kõik need saagistruktuuri elemendid ikkagi statistiliselt usutavalt suuremad ning samuti saadakse usutavalt suuremad saagikused. Kompleksväetisega pealtväetades kasvuajal väetisenormide suurendamine suurendab taimede maapealse osa massi ja seemnesaaki. Taimede pikkus ja varre läbimõõt kasvas kuni lämmastiku normini 100 kg ha⁻¹, kuid peale seda hakkas langema. 1000 seemne mass väetise kogusest ja väetise liigist statistiliselt olulist erinevust kaasa ei toonud.

Pealtväetamine mõjub seemnesaagikusele positiivselt. Statistiliselt usutav erinevus tekib võrreldes kontrollvariandiga, mille saagikus oli 0,57 t ha⁻¹, juba minimaalse väetise koguse juures (50 kg N ha⁻¹) nii ammooniumnitraadi kui ka kompleksväetise puhul. Saagikuse tõus on kahe väetise puhul erinev. Ammooniumnitraadiga väetades on 50 kg N ha⁻¹ väetisenormi puhul seemnesaak kompleksväetisest suurem, vastavalt 1,28 t ha⁻¹ ja 0,90 t ha⁻¹, kuid järgmise väetisenormi 100 kg N ha⁻¹ puhul annab kompleksväetis suuremat seemnesaaki, 1,45 t ha⁻¹ ja 1,52 t ha⁻¹. Väetisenormi 150 kg N ha⁻¹ juures andis kompleksväetis oluliselt suurema saagikuse, 1,50 t ha⁻¹ ja 1,79 t ha⁻¹.

KOKKUVÕTE

Kanepi puhul on tegu kultuuriga, mis omab väga mitmekülgset kasutusvaldkonda ja mille puhul ei ole vaja tingimata teostada taimekaitseteid ega umbrohutõrjet. Käesoleva töö eesmärk oligi eeltoodud normide ja kanepi seemnesaagikuse vaheliste seoste analüüs.

Eesmärgi täitmine oli jagatud kolmeks osaks. Esiteks, viidi läbi kirjanduse ülevaade, kus üheks vahetulemuseks olid sordiaretaja soovitusel, mida hiljem praktikas katsetati. Teiseks, teostati põldkatse, kus katselappidel kasutati erinevaid väetise- ja külvisenorme. Kolmandaks, vaadeldi tulemusi viiest saagistruktuuri elemendist lähtudes, kasutades selleks statistilist analüüsi.

Katse õlikanepiga saab lugeda õnnestunuks. Taimekaitsevahendite mitte-kasutamine õigustas ennast ja ei esinenud ekstreemseid ilmastikutingimusi, mis oleks vähendanud katse adekvaatsust. Katses kasutatud suurimad väetusnormid andsid seemnesaagikuse, mis ületas keskmist Eestis saadavat seemnesaagikust. Lisaks, erinesid saadud tulemused mõnevõrra sordiaretaja soovitustest.

Sordiaretaja soovituslik külvi mullatemperatuuriks on 12 °C, mille kohaselt saaks Eestis külvata alles mai keskpaigas, kus mullatemperatuur oleks sobilik. Käesolev katse külvati aprilli lõpus, kui keskmine õhutemperatuur oli 5 °C ning see ei takistanud seemnete idanemist ja taimede tärkamist. Sordiaretaja poolt on soovituslik optimaalne külvisenorm 30 kg ha⁻¹. Käesolevast katsest selgus, et väiksem külvisenorm vähendab taimedevahelist konkurentsi ning seeläbi suurendab seemnesaagikust ühe taime kohta. Külvisenorm 20 kg ha⁻¹ andis parema tulemuse kui 30 ja 40 kg ha⁻¹.

Mõlemal väetusviisil andsid suurima saagikuse kõrgeimad väetisekogused. Sellest saab järeldada, et katses kasutatud väetisenormide suurenedes seemnesaagikuse kasv ei peatunud. Eesti keskmine kanepi seemnesaagikust on 1-1,2 t ha⁻¹ ja külvil väetades on sellist tulemust võimalik saada ammooniumnitraadi ning kompleksväetisega (NPK: 17-4,6-10-S-Mg-B), kui lämmastiku kogus on maksimaalne, ehk 80 kg ha⁻¹. Seevastu, pealtväetades on võimalik saada kõrgemat seemnesaagikust. Eesti keskmisest kanepi saagikusest kõrgem saagikust saadi ammooniumnitraadi ja kompleksväetisega (NPK: 17-4,6-10-S-Mg-B) väetades, kui lämmastiku kogused ületasid 100 kg ha⁻¹ piiri. Kõige suurema seemnesaagikuse 1,79 t ha⁻¹ andis kompleksväetis, lämmastiku kogusega 150 kg ha⁻¹.

Tulemustest järeldub, et Eesti tingimustes on võimalik kanepisorti 'Finola' külvata edukalt juba aprilli lõpus, kuigi mullatemperatuur on sellel ajal madalam sordiaretaja soovitusel. Lisaks, saab välja tuua, et kasvuajal pealtväetamine mõjub seemnesaagikusele paremini kui külvil väetamine. Vaadeldes kõiki saagistruktuuri elemente, siis on näha, et kompleksväetis suurendab lisaks seemnesaagile ka taime massi, taime pikkust ja varre läbimõõtu, kuid ammooniumnitraat mõjutab eelkõige seemnesaaki.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] M. Strzelczyk, M. Lochynska and M. Chudy, "Systematics and Botanical Characteristics of Industrial Hemp *Cannabis Sativa* L," *Journal of Natural Fibers*, 2021.
- [2] B. Farinon, R. Molinari, L. Costantini and N. Merendino, "The Seed of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition," Tuscia University, Viterbo, 2020.
- [3] T. Sanders and F. Lewis, "Review of Nutritional Attributes of GOOD OIL (Cold Pressed Hemp Seed Oil)," Nutritional Sciences Division, King's College, London, 2009.
- [4] K. Žuk-Gołaszewska and J. Gołaszewski, "Hemp Production," *Sustainable Agriculture Reviews*, vol. 42, pp. 1-36, 2020.
- [5] T. Annuk, "Tööstuskanepi kasvatus," Tartumaa Põllumeeste liit, 2018.
- [6] Canadian Food Inspection Agency, "The Biology of *Cannabis sativa* L. (*Cannabis*, hemp, marijuana)," 3 Märts 2021. [Online]. Available: https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/cannabis-sativa-l-/eng/1612447522753/1612447718390?fbclid=IwAR37H_UkAk7sUya9Z1zAJ9gzy3AzooUS2eWwH5UHAmSlorouqBNSsHjt-sl. [Accessed 20 Märts 2021].
- [7] E. Runno-Paurson, V. Eremeev, T. Tõrra, Ü. Niinemets and P. Lääniste, "Õlikanepi kasvutehnoloogiate optimeerimine," *Agronomia*, pp. 96-103, 2019.
- [8] K. Uurman, "Väetamise põhimõtted, väetised ja väetamine," Räpina Aianduskool, Räpina, 2014.
- [9] M. Aubin, P. Seguin, A. Vanasse, G. F. Tremblay, A. F. Mustafa and J. Charron, "Industrial Hemp Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilization," *Crop, Forage & Turfgrass Management*, vol. I, no. 1, pp. 1-10, 2015.
- [10] K. Anton, "Kanep 'Finola' kasvatamise agromajanduslik analüüs OÜ-s Sadala Agro 2015-2018," Eesti Maaülikool, Tartu, 2019.
- [11] J. M. McPartland, "Cannabis pests," *Journal of the International Hemp Association*, vol. III, no. 2, pp. 52-55, 1996.
- [12] Canadian Food Inspection Agency, "Finola," 1 aprill 2021. [Online]. Available: <https://inspection.canada.ca/english/plaveg/pbrpov/cropreport/hem/app00002014e.shtml?fbclid=IwAR0NloIShSnX6Kd9JJNFIW1IAMGcGydTIBf8gZtsqpxlNigus-P9TSXJvDs>. [Accessed 10 aprill 2021].

- [13] M. Irakli, E. Tsaliki, A. Kalivas, F. Kleisiaris, E. Sarrou and C. M. Cook, "Effect of Genotype and Growing Year on the Nutritional, Phytochemical, and Antioxidant Properties of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seeds," *Antioxidants*, vol. 8, no. 10, 2019.
- [14] I. Adesina, A. Bhowmik, H. Sharma and A. Shahbazi, "A Review on the Current State of Knowledge of Growing Conditions, Agronomic Soil Health Practices and Utilities of Hemp in the United States," Department of Natural Resources and Environmental Design, North Carolina A&T State University, Greensboro, 2020.
- [15] Z. Jankauskiene, Gruzdeviene, Elvyra, I. Semjons and M. Ernestas, "Screening hemp (*Cannabis sativa* L.) biomass and chemical composition as influenced by seed rate and genotype," *Engineering for Rural Development*, pp. 317-322, 2017.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Künter Uku Altnurme,
sünniaeg 25.02.1997

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö „**Õlikanepi (*Cannabis Sativa*) 'Finola' agrotehnoloogiate optimeerimine**“, mille juhendajad on dotsent Eve Runno-Paurson ja Peeter Lääniste *MSc*,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 19.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ Eve Runno-Paurson _____
(juhendaja nimi ja allkiri)

_____ 20.05.2021 _____
(kuupäev)

_____ Peeter Lääniste _____
(juhendaja nimi ja allkiri)

_____ 20.05.2021 _____
(kuupäev)

Lisa 2. Katseskeem

Külvisenorm kg ha⁻¹	1. variant	20 kg ha ⁻¹
	2. variant	30 kg ha ⁻¹
	3. variant	40 kg ha ⁻¹
Pealtväetamine kasvuajal kompleksväetisega	4. variant	50 kg N ha ⁻¹
	5. variant	100 kg N ha ⁻¹
	6. variant	150 kg N ha ⁻¹
Pealtväetamine kasvuajal ammooniumnitraadiga	7. variant	50 kg N ha ⁻¹
	8. variant	100 kg N ha ⁻¹
	9. variant	150 kg N ha ⁻¹
Väetamine külvil kompleksväetisega	10. variant	0 (kontroll)
	11. variant	20 kg N ha ⁻¹
	12. variant	40 kg N ha ⁻¹
	13. variant	60 kg N ha ⁻¹
	14. variant	80 kg N ha ⁻¹
Väetamine külvil ammooniumnitraadiga	15. variant	20 kg N ha ⁻¹
	16. variant	40 kg N ha ⁻¹
	17. variant	60 kg N ha ⁻¹
	18. variant	80 kg N ha ⁻¹